



(21) Aktenzeichen: 101 23 914.9  
 (22) Anmeldetag: 17. 5. 2001  
 (43) Offenlegungstag: 28. 11. 2002

(71) Anmelder:  
 Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

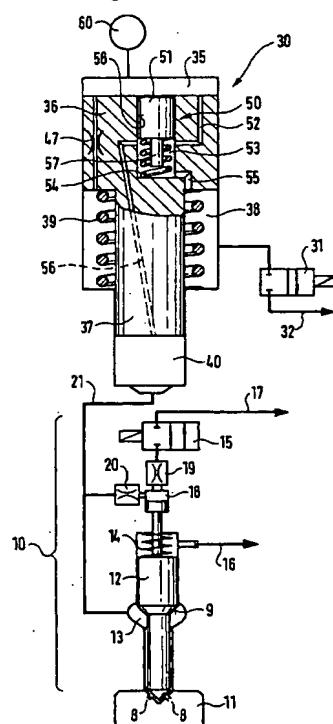
(72) Erfinder:  
 Magel, Hans-Christoph, Dr., 72793 Pfullingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Druckübersetzungseinrichtung und Druckübersetzungseinrichtung

(57) Es wird eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen vorgeschlagen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor, wobei zwischen dem Kraftstoffinjektor und der Kraftstoffhochdruckquelle eine einen beweglichen Kolben aufweisende Druckübersetzungseinrichtung geschaltet ist, wobei der bewegliche Kolben einen an die Kraftstoffhochdruckquelle angeschlossenen Raum von einem mit dem Injektor verbundenen Hochdruckraum trennt, wobei durch Befüllen eines Rückraumes der Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff beziehungsweise durch Entleeren des Rückraums von Kraftstoff der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum variiert werden kann, wobei ein Ventil (50; 70) mit einem Ventilkörper (51; 78) vorgesehen ist, der in Abhängigkeit von dem im Rückraum (38) herrschenden Kraftstoffdruck verschiebbar angeordnet ist, so dass der Hochdruckraum (40) über das Ventil (50; 70) mit dem Raum (35) verbindbar (56, 53, 52; 76, 86, 88, 72) ist. Es wird ebenfalls eine hierzu geeignete Druckübersetzungseinrichtung (30) vorgeschlagen.



## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung beziehungsweise einer Druckübersetzungseinrichtung nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche. Aus der DE 199 10 970 sind schon Kraftstoffeinspritzeinrichtungen beziehungsweise Druckübersetzungseinrichtungen bekannt, bei denen ein Druckverstärkerkolben mittels einer Befüllung beziehungsweise einer Entleerung eines Rückraums eine Erhöhung des Kraftstoffeinspritzdrucks über den von einem Common-Rail-System hin aus bereitgestellten Wert ermöglicht.

## Vorteile der Erfindung

[0002] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung beziehungsweise die erfindungsgemäße Druckübersetzungseinrichtung haben demgegenüber den Vorteil, dass mittels eines Ventils, das in Abhängigkeit des im Rückraum herrschenden Kraftstoffdrucks die mit der Kraftstoffhochdruckquelle verbundene Seite der Druckübersetzungseinrichtung direkt mit der mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Seite verbindet, es ermöglicht wird, sowohl eine Befüllung des Rückraums mit Kraftstoff als auch eine Abriegelung der mit dem Injektor verbundenen Seite der Druckübersetzungseinrichtung von der Kraftstoffhochdruckquelle mit diesem einen Ventil ohne zusätzliche Bauteile zu gewährleisten. Als weiterer Vorteil ist anzusehen, dass das Befüllen des mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Hochdruckraums der Druckübersetzungseinrichtung nicht über ein beispielsweise federbelastetes separates Rückschlagventil erfolgt, sondern über einen in der Rückstellphase ständig geöffneten Pfad. Dies gewährleistet ein verbessertes, insbesondere schnelleres Rückstellen des Kolbens der Druckübersetzungseinrichtung.

[0003] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Kraftstoffeinspritzeinrichtung beziehungsweise Druckübersetzungseinrichtung möglich.

[0004] Vorteilhaft ist ferner eine Integration einer Drossel in den Kolben der Druckübersetzungseinrichtung, so dass keine Leitung mehr am durchmessergrößeren Ende des Kolbens vorbeigeführt werden muss. Dies resultiert in einer noch kompakteren Bauform der Kraftstoffeinspritzeinrichtung beziehungsweise der Druckübersetzungseinrichtung.

[0005] Besonders vorteilhaft ist darüber hinaus eine zusätzliche Steuerung des Kombiventils durch den Druckaufbau im Hochdruckraum, so dass neben dem Druckabfall im Rückraum gleichzeitig der Druckaufbau im Hochdruckraum den Ventilkörper antreibt und somit das Kombiventil besonders schnell schalten kann.

[0006] Weitere Vorteile ergeben sich durch die weiteren in den weiteren abhängigen Ansprüchen und in der Beschreibung genannten Merkmale.

## Zeichnung

[0007] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung, Fig. 2 eine Druckübersetzungseinrichtung in aktivem Zustand und Fig. 3 die Druckübersetzungseinrichtung einer weiteren Kraftstoffeinspritzeinrichtung.

[0008] In Fig. 1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung dargestellt, bei der ein Injektor 10 über eine Druckübersetzungseinrichtung 30 mit einer Kraftstoffhochdruckquelle 60 verbunden ist. Die Kraftstoffhochdruckquelle umfasst mehrere nicht näher dargestellte Elemente wie einen Kraftstofftank, eine Pumpe und das Hochdruckrail eines an sich bekannten Common-Rail-Systems, wobei die Pumpe einen bis 10 zu 1600 bar hohen Kraftstoffdruck in dem Hochdruckrail bereitstellt, indem sie Kraftstoff aus dem Tank in das Hochdruckrail befördert. Der Injektor 10 weist ein Kraftstoffeinspritzventil mit einem Ventilglied 12 auf, das mit seinen Einspritzöffnungen 8 in den Brennraum 11 eines Zylinders 15 einer Brennkraftmaschine hineinragt. Das Ventilglied ist an einer Druckschulter 9 von einem Druckraum 13 umgeben, der über eine Hochdruckleitung 21 mit dem Hochdruckraum 40 der Druckübersetzungseinrichtung 30 verbunden ist. Das schematisch dargestellte Ventilglied ragt an seinem dem 20 Brennraum abgewandten Ende in einen Arbeitsraum 18 hinein, der über eine Drossel 20 mit der Hochdruckleitung 21 und über eine Drossel 19 mit einem Steuerventil 15 des Injektors verbunden ist, wobei die Drossel 20 einen kleineren Öffnungsquerschnitt hat als die Drossel 19. Das Steuerventil 25 15 ist als 2/2-Wege-Ventil ausgeführt und in der ersten Stellung geschlossen; in der zweiten Stellung verbindet es die Drossel 19 mit einer Niederdruckleitung 17. Das Ventilglied ist über eine Rückstellfeder 14 federnd gelagert, wobei die Rückstellfeder das Ventilglied gegen die Einspritzöffnungen 30 8 drückt. Der die Feder enthaltene Raum des Einspritzventils des Injektors ist mit einer weiteren Niederdruckleitung 16 verbunden. Die Druckübersetzungseinrichtung 30 besitzt einen federnd gelagerten Kolben 36, der den mit der Hochdruckleitung 21 verbundenen Hochdruckraum 40 von einem 35 Raum 35 trennt, der direkt an die Kraftstoffhochdruckquelle 60 angeschlossen ist. Die zur Lagerung des Kolbens verwendete Feder 39 ist in einem Rückraum 38 der Druckübersetzungseinrichtung 30 angeordnet. Der Kolben 36 weist ein Fortsetzungsstück 37 auf, das einen kleineren Durchmesser 40 hat als der Kolben 36 an seinem dem Raum 35 zugewandten Ende. Der Rückraum 38 ist über ein 2/2-Wege-Ventil 31 mit einer Niederdruckleitung 32 verbindbar. Die Niederdruckleitung 32 führt ebenso wie die Niederdruckleitungen 16 und 17 zurück zum nicht näher dargestellten Kraftstofftank. 45 Der Raum 35 der Druckübersetzungseinrichtung ist über eine als Bohrung im Kolben integrierte Drossel 47 mit dem Rückraum 38 verbunden. Neben der Drosselbohrung 47 ist ein Kombiventil 50 in einer Bohrung 58 des Kolben 36 integriert. Die Bohrung steht mit dem Raum 35 in Verbindung. 50 In ihr ist ein zylindrischer Ventilkörper 51 beweglich gelagert. Zwischen dem Kolben 36 und dem Ventilkörper 51 ist eine Feder 54 angeordnet, die im entspannten Zustand den Ventilkörper gerade so weit in Richtung Raum 35 drückt, dass der Ventilraum 53 zum einen mit einer zum Raum 35 55 führenden, als Bohrung im Kolben ausgeführten Zulaufleitung 52 und zum anderen mit einer zum Hochdruckraum 40 führenden, als Bohrung durch das Fortsetzungsstück 37 ausgeführten Hochdruckraumleitung 56 in Verbindung steht. Der Ventilraum 53 steht darüber hinaus unabhängig von der 60 Stellung des Ventilkörpers 51 über eine als Bohrung im Kolben 36 ausgeführte und am dem Raum 35 abgewandten Ende der Bohrung 58 in die Bohrung einmündende Rückraumleitung 55 mit dem Rückraum 38 in Verbindung, da der Ventilkörper 51 auf seiner der Feder 54 zugewandten Seite einen durch die Federmitte hindurchgehenden Fortsatz 57 besitzt, der, wie in Fig. 2 dargestellt, die Bewegung des Ventilkörpers begrenzt, sobald er die Leitungen 52 und 56 verschlossen hat.

[0009] Die Funktionsweise des hubgesteuerten Injektors 10 ist an sich bereits aus der deutschen Patentanmeldung DE 199 10 970 bekannt. An der Hochdruckleitung 21 liegt ständig ein hoher Kraftstoffdruck an. Kraftstoff gelangt aus dem Druckraum 13 durch die Einspritzöffnungen 8 in den Brennraum 11, sobald das Ventilglied an seinem den Einspritzöffnungen abgewandten Ende durch Öffnen des 2/2-Wege-Ventils 15 kurzzeitig vom Kraftstoffdruck entlastet wird und somit die an der Druckschulter 9 angreifende in Öffnungsrichtung wirkende Kraft größer ist als die Summe von Federkraft (14) und Kraft infolge des im Arbeitsraum 18 verbleibenden Kraftstoffdrucks. Im Ruhezustand hingen ist das Ventil 15 geschlossen, das Einspritzventil ist geschlossen und es findet keine Einspritzung statt. Ist auch das Übersetzer-Steuerventil 31 geschlossen, so herrscht im Rückraum 38 der Druck der Kraftstoffhochdruckquelle und die Druckübersetzungseinrichtung 30 ist druckausgeglichen, so dass keine Druckverstärkung stattfindet. Das Kombiventil 50 ist dann geöffnet und der Kolben 36, 37 in seiner Ausgangslage, gekennzeichnet durch ein grosses Volumen des Rückraums 38. Der Druck der Kraftstoffhochdruckquelle kann über das geöffnete Kombiventil 50, die Zulaufleitung 52 und die Rückraumleitung 55 in den Rückraum 38 gelangen. Weiterhin gelangt der Druck der Kraftstoffhochdruckquelle über die Zulaufleitung 52 und die Hochdruckraumleitung 56 zum Hochdruckraum 40 und von dort zum Injektor 10. Somit kann zu jeder Zeit eine Einspritzung mit dem Druck der Kraftstoffhochdruckquelle stattfinden. Hierzu muss lediglich, wie bereits eingangs beschrieben, das Steuerventil 15 des Injektors betätigt werden, wodurch sich das Einspritzventil öffnet. Soll nun eine Einspritzung mit erhöhtem Druck stattfinden, dann wird das Übersetzer-Steuerventil 31 geöffnet, so dass der Druck im Rückraum 38 abfallen kann, wodurch sich das Kombiventil 50 schließt. In geschlossenem Zustand verschließt das Kombiventil 50, wie in Fig. 2 dargestellt, die Hochdruckraumleitung 56 und die Zulaufleitung 52. Damit kann der im Hochdruckraum 40 zu komprimierende Kraftstoff nicht zurückfliessen (Rückschlagventil-Funktion des Kombiventils) und der Kraftstoff aus dem Raum 35 strömt nur gedrosselt über die Drossel 47 in den Rückraum 38 (Füllventil-Funktion des Kombiventils). Infolge der Druckentlastung des Rückraums 38 ist der Kolben 36 nicht druckausgeglichen und es erfolgt im Hochdruckraum 40 eine Druckverstärkung entsprechend dem Druckflächenverhältnis von Raum 35 und Hochdruckraum 40. Wird die Druckübersetzungseinrichtung 30 durch Schließen des Übersetzer-Steuerventils 31 abgeschaltet, dann erfolgt über die Drossel 47 ein Druckausgleich zwischen den Räumen 35, 38 und 40. Das Kombiventil 50 öffnet, wenn der Druck im Rückraum 38 den Druck im Raum 35 abzüglich einer Öffnungsdruckdifferenz erreicht hat. Die Öffnungsdruckdifferenz des Kombiventils ist durch die Federkonstante der Feder 54 und die hydraulischen Druckflächen des Ventilkörpers zu den Räumen 35 und 53 festgelegt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die hydraulischen Druckflächen gleich gross. Sobald das Kombiventil geöffnet ist, kann eine schnelle Füllung des Rückraums 38 und des Hochdruckraums 40 und damit eine schnelle Rückstellung des Kolbens der Druckübersetzungseinrichtung erfolgen. Dadurch, dass die Einspritzung mit zwei unterschiedlichen Druckniveaus (Raildruck und übersetzter Druck) stattfinden kann und ein Zuschalten der Druckübersetzungseinrichtung zu jeder Zeit möglich ist, kann eine flexible Formung des Einspritzverlaufs erfolgen. Dabei sind rechteckförmige, rampenförmige oder auch "Boot"-Einspritzungen mit variabler Länge der Bootphase möglich.

[0010] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfundungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung. Die zwi-

schen der Kraftstoffhochdruckquelle 60 und der zum Injektor 10 führenden Hochdruckleitung 21 angeordnete Druckübersetzungseinrichtung weist einen Kolben 36 mit einem integrierten alternativen Kombiventil 70 auf. Der Ventilkörper 78 des Kombiventils 70 ist in einem zylindrischen Hohlraum 88 des Kolbens 36 beweglich gelagert. Eine als Bohrung im Kolben 36 ausgeführte Zulaufleitung 72 führt vom Raum 35 in eine Ringnut 90 des Hohlraums 88. Der Rückraum 38 ist unabhängig von der Stellung des Ventilkörpers im Hohlraum über die Rückraumleitung 74 mit dem Hohlraum 88 verbunden, so dass ständig ein im Rückraum herrschender Kraftstoffdruck am Ventilkörper angreifen kann. Eine Feder 80 ist so zwischen der Wandung des Hohlraums 88 und einer Schulter des Ventilkörpers 78 gespannt, dass bei überwiegend in Federkraftrichtung auf den Ventilkörper wirkenden Kräften über die Ringnut 90 ein Flüssigkeitsaustausch zwischen dem Raum 35 und dem Hohlraum 88 stattfinden kann. Dabei wird eine am der Feder 80 abgewandten Ende des Ventilkörpers angeordnete Erhebung 94 des Ventilkörpers gegen die Hohlraumbegrenzung gedrückt. Eine als Bohrung im Kolben ausgeführte Hochdruckraumleitung 76 verbindet den Hochdruckraum 40 mit dem zwischen der von der Erhebung 94 begrenzten Druckfläche 92 und der Kolbenwandung befindlichen Teil des Hohlraums 88. Im entspannten Zustand der Feder 80 steht ferner der Bereich des Hohlraums 88, der von dem der Feder zugewandten Ende des Ventilkörpers 78 begrenzt wird, über eine zentrale Bohrung 86 des Ventilkörpers mit dem Bereich des Hohlraums in Verbindung, der von dem der Feder abgewandten Ende des Ventilkörpers begrenzt wird. Überwiegen die gegen Federkraftrichtung wirkenden Kräfte auf den Ventilkörper, so werden die Flachdichtsitzflächen 82 aufeinandergepresst und die Bohrung 86 verschlossen. Gleichzeitig wird die Ringnut 90 vom restlichen Teil des Hohlraums 88 durch die Schieberdichtkanten 84 verschlossen.

[0011] Da das Kombiventil 50 also sowohl eine Druckfläche zum Hochdruckraum 40, die Druckfläche 92, als auch eine Druckfläche zum Rückraum 38 aufweist, wird es durch einen abfallenden Druck im Rückraum und durch einen ansteigenden Druck im Hochdruckraum geschlossen. Die öffnende Federkraft der Feder 80 legt die Öffnungsdruckdifferenz zwischen dem Rückraum und dem Hochdruckraum fest, bis zu der das Kombiventil geöffnet ist. Die Dichtfunktion ist dabei für die Hochdruckraumleitung 40 durch die Flachdichtsitzflächen 82 und für die Zulaufleitung 72 durch die Schieberdichtkanten 84 gewährleistet. Eine Druckverstärkung im Hochdruckraum erfolgt wie im vorhergehend beschriebenen Ausführungsbeispiel bei Öffnung des Übersetzer-Steuerventils 31 zur Druckentlastung des Rückraums 38.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor, wobei zwischen dem Kraftstoffinjektor und der Kraftstoffhochdruckquelle eine einen beweglichen Kolben aufweisende Druckübersetzungseinrichtung geschaltet ist, wobei der bewegliche Kolben einen an die Kraftstoffhochdruckquelle angeschlossenen Raum von einem mit dem Injektor verbundenen Hochdruckraum trennt, wobei durch Befüllen eines Rückraumes der Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff beziehungsweise durch Entleeren des Rückraums von Kraftstoff der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum variiert werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ventil (50; 70) mit einem verschiebar angeordneten Ventilkörper

(51; 78) vorgesehen ist, dass der Hochdruckraum (40) über das Ventil (50; 70) mit dem Raum (35) verbindbar (56, 53, 52; 76, 86, 88, 72) und der Rückraum (38) über das Ventil mit dem Raum (35) verbindbar (55, 53, 52; 74, 88, 72) ist.

5

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper (51; 78) in Abhängigkeit von dem im Rückraum (38) herrschenden Kraftstoffdruck verschiebbar angeordnet ist.

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (50; 70) im Kolben (36, 37) integriert ist.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (50; 70) über als im Kolben integrierte Bohrungen ausgeführte Leitungen (52, 55, 56; 72, 74, 76) mit dem Raum (35), dem Rückraum (38) und dem Hochdruckraum (40) verbunden ist.

15

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper einenends mit dem im Rückraum (38) herrschenden Kraftstoffdruck beaufschlagbar (55) und andernends mit dem im Raum (35) herrschenden Kraftstoffdruck beaufschlagbar ist.

20

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper einenends mit dem im Rückraum (38) herrschenden Kraftstoffdruck beaufschlagbar (74) und andernends über eine Druckfläche (92) mit dem im Hochdruckraum (40) herrschenden Kraftstoffdruck beaufschlagbar (76) ist.

25

7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Raum (35) mit dem Rückraum (38) über eine Drossel (47) verbunden ist.

30

8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Drossel (47) als im Kolben (36, 37) integrierte Bohrung ausgeführt ist.

9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückraum (38) über ein Steuerventil (31) mit einer Niederdruckleitung (32) verbindbar ist.

35

10. Druckübersetzungseinrichtung mit einem beweglichen Kolben, der einen an eine Kraftstoffhochdruckquelle anschließbaren Raum von einem mit einem Kraftstoffinjektor verbindbaren Hochdruckraum trennt, wobei durch Befüllen eines Rückraumes der Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff beziehungsweise durch Entleeren des Rückraums von Kraftstoff der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum variiert werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ventil (50; 70) mit einem verschiebbar angeordneten Ventilkörper (51; 78) vorgesehen ist, so dass der Hochdruckraum (40) über das Ventil (50; 70) mit dem Raum (35) verbindbar (56, 53, 52; 76, 86, 88, 72) und der Rückraum (38) über das Ventil mit dem Raum (35) verbindbar (55, 53, 52; 74, 88, 72) ist.

45

50

55

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

60

65

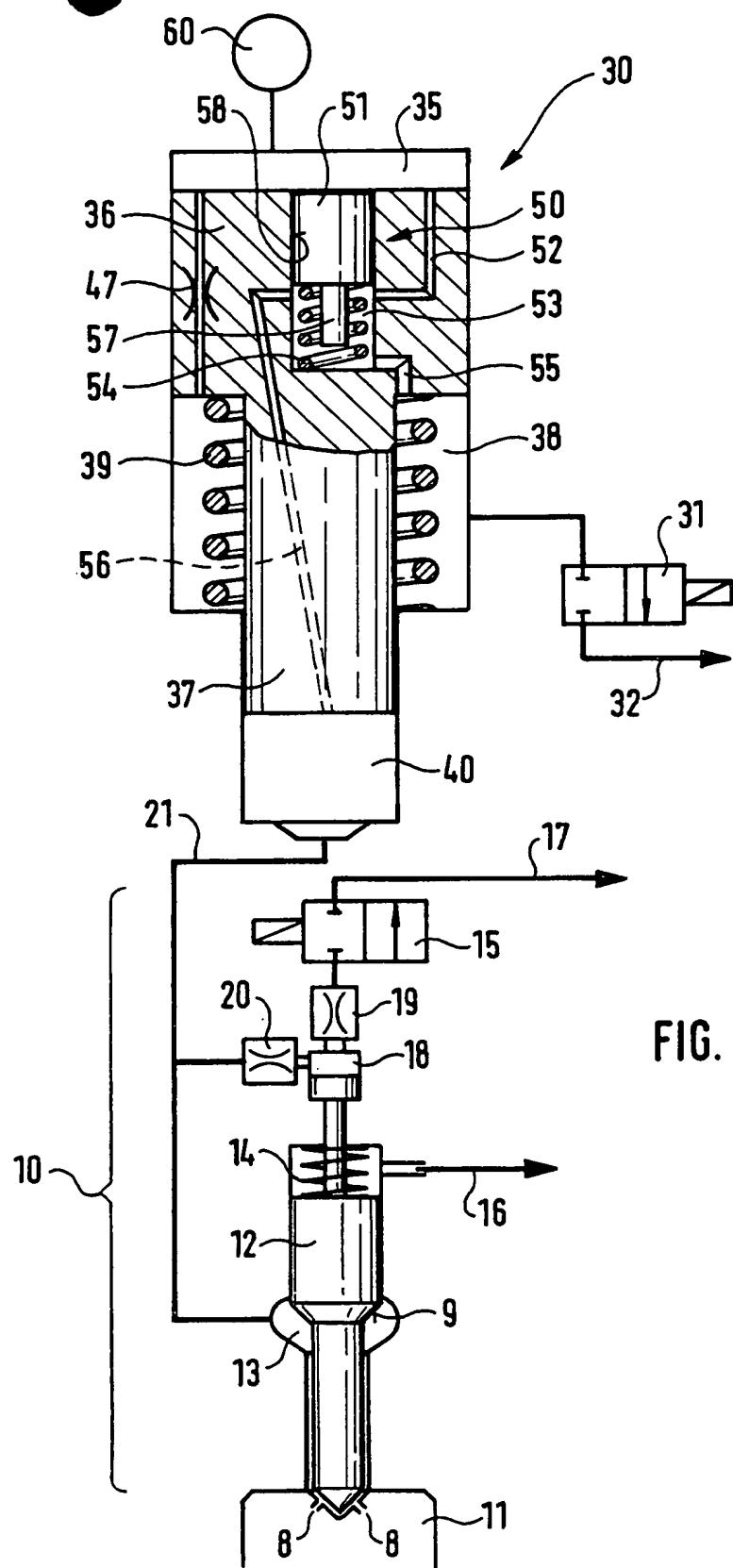


FIG. 1

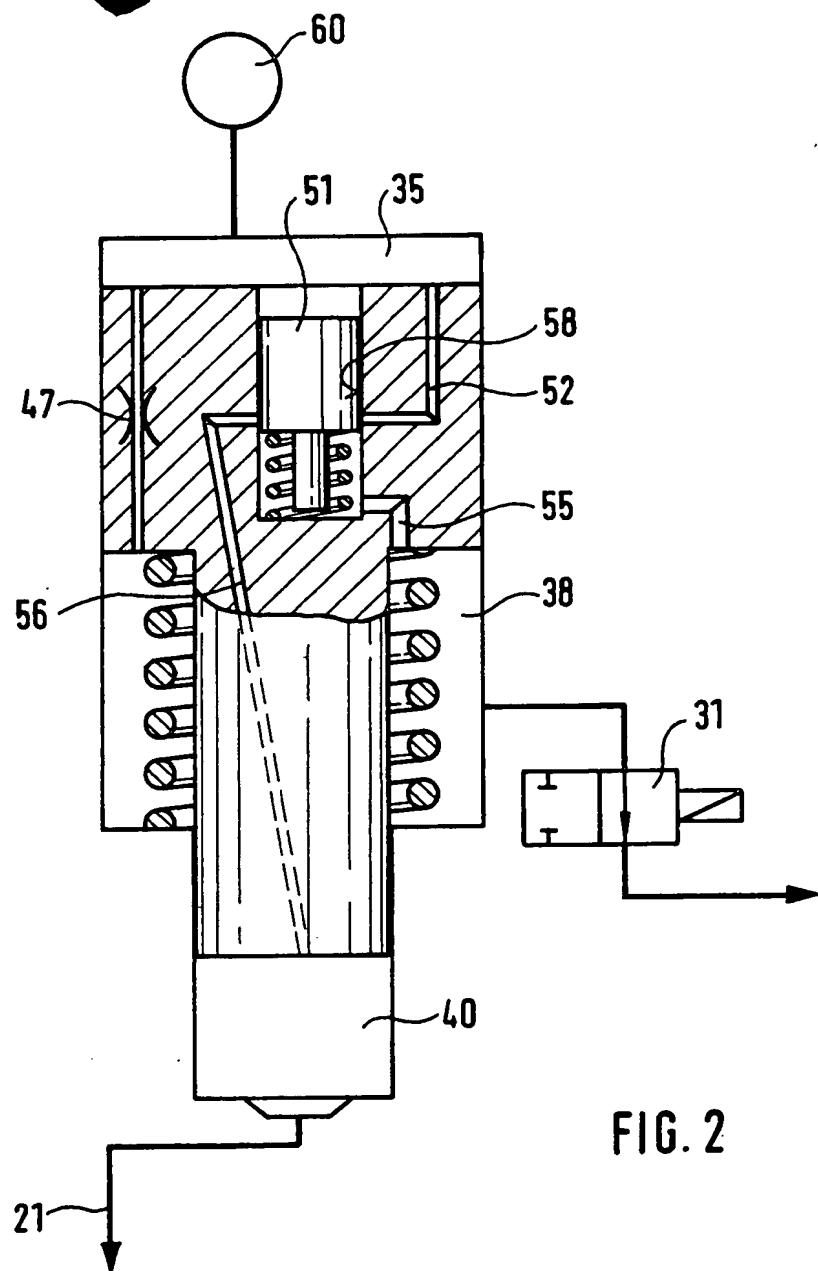


FIG. 2

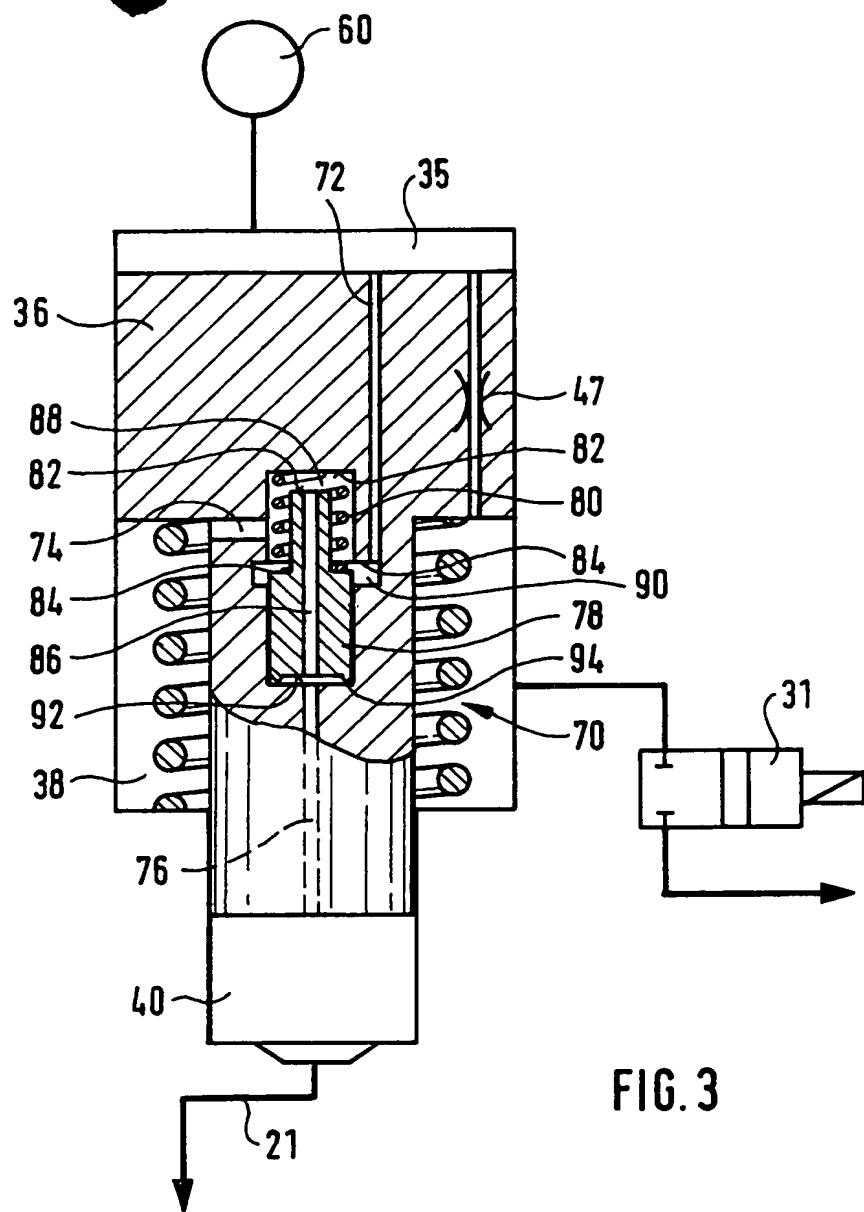


FIG. 3